

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC971 U.S. PTO
09/993500
11/27/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年10月10日

出願番号
Application Number:

特願2001-312624

出願人
Applicant(s):

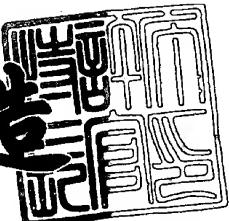
住友重機械工業株式会社

出願人
Applicant(s):

2001年11月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3100484

【書類名】 特許願
【整理番号】 DK2868
【提出日】 平成13年10月10日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01B 7/14
【発明の名称】 ギャップ調節装置及び調節方法
【請求項の数】 12
【発明者】
【住所又は居所】 東京都西東京市谷戸町2丁目1番1号 住友重機械工業
株式会社 田無製造所内
【氏名】 李 軒
【特許出願人】
【識別番号】 000002107
【氏名又は名称】 住友重機械工業株式会社
【代表者】 日納 義郎
【代理人】
【識別番号】 100091340
【弁理士】
【氏名又は名称】 高橋 敬四郎
【電話番号】 03-3832-8095
【選任した代理人】
【識別番号】 100105887
【弁理士】
【氏名又は名称】 来山 幹雄
【電話番号】 03-3832-8095
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 009852
【納付金額】 21,000円

特2001-312624

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0110434

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ギャップ調節装置及び調節方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の被測定面を有する第1の対象物を保持する第1の保持手段と、

第2の被測定面を有する第2の対象物を、該第2の被測定面が前記第1の被測定面に対向するように保持する第2の保持手段と、

前記第1の被測定面までの距離を測定する第1の変位計と、

前記第1の変位計に対する相対的位置が固定され、前記第2の被測定面と同一方向を向くダミー被測定面を有するダミーターゲットと、

前記第2の被測定面及び前記ダミー被測定面の各々までの距離を測定する第2の変位計と、

前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔が変化するように、前記第1の保持手段及び第2の保持手段の少なくとも一方を移動させる移動機構とを有するギャップ調節装置。

【請求項2】 前記第1の変位計は、前記第2の変位計の変位量検出範囲外に配置されており、前記第2の変位計は、前記第1の変位計の変位量検出範囲外に配置されている請求項1に記載のギャップ調節装置。

【請求項3】 前記第1の変位計及び第2の変位計が、静電容量型変位計である請求項1または2に記載のギャップ調節装置。

【請求項4】 さらに、

前記第2の変位計から前記第2の被測定面までの距離を D_A 、前記第2の変位計から前記ダミー被測定面までの距離を D_B 、前記第1の変位計から前記ダミー被測定面までの距離を D_C 、前記第1の変位計から前記第1の被測定面までの距離を D_D としたとき、 $D_A + D_D - (D_B + D_C)$ を計算し、計算結果に基づいて前記移動機構を駆動する制御手段を有する請求項1～3のいずれかに記載のギャップ調節装置。

【請求項5】 前記第1の対象物及び第2の対象物の一方が、電子ビーム近接露光に用いられるマスクであり、他方が露光されるべきウエハであり、

さらに、

電子ビームを出射する電子銃と、

前記電子銃から出射された電子ビームが、前記マスクを通して前記ウエハに照射されるように、電子ビームを進行させる電子ビーム制御手段と
を有する請求項1～4のいずれかに記載のギャップ調節装置。

【請求項6】 第1の被測定面を有する第1の対象物と、第2の被測定面を有する第2の対象物とを、該第2の被測定面が前記第1の被測定面に対向するよう保持する工程と、

第1の変位計で、該第1の変位計から前記第1の被測定面までの距離 D_D を測定する工程と、

第2の変位計で、該第2の変位計から前記第2の被測定面までの距離 D_A を測定する工程と、

前記第2の変位計から、前記第1の変位計に対する相対的位置が固定されたダミー被測定面までの距離 D_B 、前記第1の変位計から前記ダミー被測定面までの距離 D_C 、及び前記距離 D_D 、 D_A から、 $D_A + D_D - (D_B + D_C)$ を計算し、前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔を求める工程と
を有するギャップ調節方法。

【請求項7】 前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔を求める工程の前に、さらに、前記第2の変位計で、該第2の変位計から前記ダミー被測定面までの距離 D_B を測定する工程を含む請求項6に記載のギャップ調節方法。

【請求項8】 第1の被測定面を有する第1の対象物と、第2の被測定面を有する第2の対象物とを、該第2の被測定面が前記第1の被測定面に対向するよう保持する工程と、

第1の変位計で、該第1の変位計から前記第1の被測定面までの距離 D_D を測定する工程と、

第2の変位計で、該第2の変位計から前記第2の被測定面までの距離 D_A を測定する工程と、

前記第2の変位計から、前記第1の変位計に対する相対的位置が固定されたダミー被測定面までの距離 D_B 、前記第1の変位計から前記ダミー被測定面までの

距離 D_C 、及び前記距離 D_D 、 D_A に基づいて、前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔を特定する情報を求める工程と、

前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔を特定する情報を基づいて、前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔が変化するように、前記第1の対象物及び第2の対象物の少なくとも一方を移動させる工程と
を有するギャップ調節方法。

【請求項9】 前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔を特定する情報を求める工程の前に、さらに、前記第2の変位計で前記ダミー被測定面までの距離 D_B を測定する工程を含む請求項8に記載のギャップ調節方法。

【請求項10】 第1の被測定面を有する第1の対象物を保持する第1の保持手段と、

第2の被測定面を有する第2の対象物を、該第2の被測定面が前記第1の被測定面に対向するように保持する第2の保持手段と、

前記第1の被測定面に対向するように配置され、前記第1の被測定面までの距離を測定する第1の変位計と、

前記第2の被測定面に対向するように配置され、該第2の被測定面までの距離及び前記第1の変位計までの距離を測定する第2の変位計と、

前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔が変化するように、前記第1の保持手段及び第2の保持手段の少なくとも一方を移動させる移動機構と
を有するギャップ調節装置。

【請求項11】 第1の被測定面を有する第1の対象物と、第2の被測定面を有する第2の対象物とを、該第2の被測定面が前記第1の被測定面に対向する
ように保持する工程と、

前記第1の被測定面に対向するように配置された第1の変位計で、該第1の変位計から該第1の被測定面までの距離 D_D を測定する工程と、

前記第2の被測定面に対向するように配置された第2の変位計で、該第2の変位計から該第2の被測定面までの距離 D_A を測定する工程と、

前記第1の変位計から前記第2の変位計までの距離 D_E 、及び前記距離 D_D 、 D_A から、 $D_A + D_D - D_E$ を計算し、前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔

を求める工程と
を有するギャップ調節方法。

【請求項12】 第1の被測定面を有する第1の対象物と、第2の被測定面を有する第2の対象物とを、該第2の被測定面が前記第1の被測定面に対向するように保持する工程と、

前記第1の被測定面に対向するように配置された第1の変位計で、該第1の変位計から該第1の被測定面までの距離 D_D を測定する工程と、

前記第2の被測定面に対向するように配置された第2の変位計で、該第2の変位計から該第2の被測定面までの距離 D_A を測定する工程と、

前記第1の変位計から前記第2の変位計までの距離 D_E 、及び前記距離 D_D 、 D_A に基づいて、前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔を特定する情報を求める工程と、

前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔を特定する情報に基づいて、前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔が変化するように、前記第1の対象物及び第2の対象物の少なくとも一方を移動させる工程と
を有するギャップ調節方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ギャップ調節装置及びギャップ調節方法に関し、特に電子ビーム近接露光用のマスクとウエハとの間隔を調節するのに適したギャップ調節装置及びギャップ調節方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

X線露光や電子ビーム近接露光では、露光すべきウエハ表面上に、微少な間隙を隔ててマスクを配置し、マスクを通してウエハ表面を露光する。解像度及び位置合わせ精度を高めるために、ウエハとマスクとのギャップを精密に制御しなければならない。特に、ギャップが開きすぎると、半影ぼけにより解像度が低下するとともに、位置合わせ精度も低下する。

【0003】

ウエハとマスクとのギャップを測定する方法として、高分解能力カメラを使用した画像処理を利用する方法や、高分解能力カメラと他の変位センサとを組み合わせて使用する方法が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

高分解能力カメラは高価であるし、大きな設置スペースを必要とする。このため、露光装置の小型化及び低価格化が困難になる。

【0005】

本発明の目的は、小型化及び低価格化を図ることが可能なギャップ調節装置を提供することである。

【0006】

本発明の他の目的は、上記のギャップ調節装置を用いたギャップ調節方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の一観点によると、第1の被測定面を有する第1の対象物を保持する第1の保持手段と、第2の被測定面を有する第2の対象物を、該第2の被測定面が前記第1の被測定面に対向するように保持する第2の保持手段と、前記第1の被測定面までの距離を測定する第1の変位計と、前記第1の変位計に対する相対的位置が固定され、前記第2の被測定面と同一方向を向くダミー被測定面を有するダミーターゲットと、前記第2の被測定面及び前記ダミー被測定面の各々までの距離を測定する第2の変位計と、前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔が変化するように、前記第1の保持手段及び第2の保持手段の少なくとも一方を移動させる移動機構とを有するギャップ調節装置が提供される。

【0008】

第1の変位計からダミー被測定面までの距離は、予め測定しておくことができる。第2の変位計からダミー被測定面までの距離を測定することにより、第1の変位計と第2の変位計との間の距離が求まる。第1の変位計から第1の被測定面

までの距離、及び第2の変位計から第2の被測定面までの距離、及び第1の変位計と第2の変位計との間の距離から、第1の被測定面と第2の被測定面との間隔を求めることができる。

【0009】

本発明の他の観点によると、第1の被測定面を有する第1の対象物と、第2の被測定面を有する第2の対象物とを、該第2の被測定面が前記第1の被測定面に対向するように保持する工程と、第1の変位計で、該第1の変位計から前記第1の被測定面までの距離 D_D を測定する工程と、第2の変位計で、該第2の変位計から前記第2の被測定面までの距離 D_A を測定する工程と、前記第2の変位計で、該第2の変位計から、前記第1の変位計に対する相対的位置が固定されたダミー被測定面までの距離 D_B を測定する工程と、該第1の変位計から該ダミー被測定面までの距離 D_C 、及び前記距離 D_D 、 D_A 、及び D_B から、 $D_A + D_D - (D_B + D_C)$ を計算し、前記第1の被測定面と第2の被測定面との間隔を求める工程とを有するギャップ調節方法が提供される。

【0010】

【発明の実施の形態】

図1に、本発明の実施例によるギャップ調節装置を適用した電子ビーム近接露光装置10の概略図を示す。

【0011】

電子ビーム近接露光装置10は、電子銃12、ビーム走査装置20、及びギャップ調節装置30を含んで構成される。電子銃12は、電子ビーム源14、静電レンズ16、アパーチャ18を含む。電子ビーム源14が、電子ビームを出射する。静電レンズ16が、電子ビーム源14から出射された電子ビームを平行ビーム15に変換する。平行ビーム15がアパーチャ18で整形され、ビーム走査装置20に入射する。

【0012】

ビーム走査装置20は、主偏向器22、24、及び副偏向器26、28を含む。ビーム走査装置20は、電子ビームを走査する。

【0013】

ギャップ調節装置30が、走査された電子ビームの入射する位置に、マスク31を保持する。微小間隙（プロキシミティギャップ）を介してマスク31に対向するように、ウエハ40が配置されている。ウエハ40の、マスク31に対向する面上に、電子ビーム露光用レジスト膜42が塗布されている。マスク31を透過した電子ビームがレジスト膜42に入射し、レジスト膜42にマスク31のパターンが転写される。

【0014】

図2（A）に、本発明の実施例によるギャップ調節装置30の概略図を示す。ウエハステージ51が、XY駆動機構50によりXY面に平行な2次元方向に移動可能に保持されている。ウエハチャック53が、3個のZ軸方向駆動機構52を介してウエハステージ51に取り付けられている。Z軸方向駆動機構52は、ウエハチャック53を、XY面に垂直なZ軸方向に移動させることができる。また、Z軸駆動機構52は、それぞれの駆動量を異ならせることにより、XY面に対するウエハチャック53の傾き角を調節することができる。ウエハチャック53は、静電チャック機構により、ウエハ40を保持する。XY駆動機構50及びZ軸駆動機構52は、制御装置70からの指令に基づいて動作する。

【0015】

マスクチャック60が、静電チャック機構により、マスク31を保持する。マスクチャック60に保持されたマスク31は、ウエハチャック53に保持されたウエハ40に、微小間隙を隔てて対向する。ウエハ40及びマスク31の、相互に対向する面を、それぞれ被測定面40a及び被測定面31aと呼ぶこととする。被測定面31a及び40aの各々の少なくとも一部の領域は導電性材料で形成されており、この導電性の領域は接地電位に接続されている。なお、ウエハ40の被測定面40aの上には、電子ビーム露光用レジスト膜が形成されている。

【0016】

マスクチャック60は、3つのZ軸駆動機構62を介してマスクステージ61に取り付けられている。Z軸駆動機構62は、マスクチャック60をZ軸方向に移動させることができる。また、Z軸駆動機構62は、それぞれの駆動量を異なることにより、XY面に対するマスクチャック60の傾き角を調節すること

ができる。Z軸駆動機構62は、制御装置70からの指令に基づいて動作する。

【0017】

ウエハステージ51に、マスク用の静電容量型変位計55が取り付けられている。静電容量型変位計55は、マスク31に対向する。マスクステージ61に、ウエハ用の静電容量型変位計65、及びダミーターゲット66が取り付けられている。ダミーターゲット66は、マスク31の被測定面31aと同一の方向を向くダミー被測定面66aを有する。ダミー被測定面66aは、導電性の材料で形成されており、接地電位に接続されている。静電容量型変位計65からダミー被測定面66aまでのZ軸方向の距離 D_C が、予めレーザ変位計等により正確に測定されている。ダミーターゲット66は、静電容量型変位計65に対して相対的位置が固定されている。このため、装置が一旦設置された後は、距離 D_C は不变である。

【0018】

図2(B)にマスク31の正面図を示す。アルミニウム製の円環状の枠32が、シリコンで形成された支持板33を物理的に支持している。支持板33の中心部に、転写すべきパターンが形成された正方形のメンブレン34が保持されている。支持板33の表面が、マスク31の被測定面31aを画定する。通常、メンブレン34の一辺の長さは40~50mm、支持板33の外径は125mmである。支持板33のうち、メンブレン34を取り囲む幅約10mmの円環状領域33aが、静電容量型変位計によって変位量を検出可能な領域である。

【0019】

X Y駆動機構50を駆動して、静電容量型変位計55を円環状領域33aのいずれかの部分の正面に配置させることにより、静電容量型変位計55の基準面を変位量の原点としたときの、マスク31の変位量を測定することができる。静電容量型変位計55から、その基準面までの距離は、予め決定されている。このため、被測定面31aの変位量を測定することは、静電容量型変位計55から被測定面31aまでの距離 D_A を測定することと等価である。本明細書において、静電容量型変位計によって、その基準面からの変位量を測定する手順を、「静電容量型変位計からの距離を測定する」と表現する。

【0020】

X Y駆動機構50を駆動して、静電容量型変位計55をダミーターゲット66の正面に配置させることにより、静電容量型変位計55からダミー被測定面66aまでの距離 D_B を測定することができる。X Y駆動機構50を駆動して、静電容量型変位計65がウエハ40の正面に位置するように、ウエハチャック53を配置させることにより、静電容量型変位計65からウエハ40の被測定面40aまでの距離 D_D を測定することができる。静電容量型変位計55及び65の測定結果が、制御装置70に入力される。

【0021】

静電容量型変位計の測定可能距離は、一般に0.5mm程度以上である。また、マスク31のうち静電容量変位計55のターゲットとなり得る領域33aの幅が10mm程度であるとき、静電容量型変位計55で測定可能な距離は、例えば1.5mm程度以下である。このため、一例として、距離 D_A 及び D_D を1mm程度とし、距離 D_B を1.3mm程度とする。

【0022】

次に、図2(A)に示したギャップ調節装置を用いて、マスク31とウエハ40との間隔を調節する方法を説明する。

【0023】

まず、静電容量型変位計55から、マスク31の被測定面31a上の少なくとも3点の各々までの距離を測定する。測定結果に基づいて、マスク31の被測定面31aがXY面に平行になるように、Z軸駆動機構62を動作させる。被測定面31aをXY面に平行にした後、距離 D_A を測定する。さらに、距離 D_B を測定する。

【0024】

次に、静電容量型変位計65から、ウエハ40の被測定面40a上の少なくとも3点の各々までの距離を測定する。測定結果に基づいて、ウエハ40の被測定面40aがXY面に平行になるように、Z軸駆動機構52を動作させる。被測定面40aをXY面に平行にした後、距離 D_D を測定する。

【0025】

マスク31とウエハ40との間隔Gは、

【0026】

【数1】

$$G = D_A + D_D - (D_B + D_C) \quad \dots \quad (1)$$

と表される。間隔Gが所望の値になるように、Z軸駆動機構52またはZ軸駆動機構62を動作させる。このようにして、間隔Gを調節することができる。

【0027】

距離 D_B は、理想的には、一回測定すればその後は変動しない。このため、マスク31やウエハ40を交換する度に測定し直す必要はない。ただし、時間の経過とともに距離 D_B が変動し得るため、定期的に距離 D_B を測定して、新しい値に更新することが好ましい。

【0028】

上記実施例では、変位計として静電容量型変位計のみを使用している。静電容量型変位計は、距離を測定していない期間には磁場を発生しないため、電子ビームの進行方向に影響を及ぼさない。また、静電容量型変位計は、レーザ変位計等に比べて構造が単純であり、脱ガスの原因になるプリント基板等を含まない。このため、実施例によるギャップ調節装置は、電子ビーム近接露光装置に適用される場合のように、真空中での使用に適している。また、実施例によるギャップ調節装置は、高価な高倍率カメラ等を使用しないため、装置全体の低価格化を図ることができる。

【0029】

静電容量型変位計65とウエハ40との間隔 D_D 、及び静電容量型変位計55とマスク31との間隔 D_A は、静電容量型変位計の特性から、1mm程度とすることが好ましい。ウエハ40とマスク31との間隔Gは、一般的に $50\mu m$ 程度である。このため、静電容量型変位計55と65との間隔 $D_B + D_C$ が2mm程度になり、静電容量型変位計の距離測定可能範囲から外れてしまう。このため、式(1)の右辺の $D_B + D_C$ を直接測定することができない。

【0030】

上記実施例の場合には、ダミーターゲット66のダミー被測定面66aを、静

電容量型変位計55の距離測定可能範囲内に配置することにより、2つの静電容量型変位計55と65との間隔 $D_B + D_C$ が求められる。

【0031】

上記実施例では、変位計として静電容量型変位計を使用したが、光ファイバ型変位計を用いてもよい。光ファイバ型変位計は、光ファイバ端面から出射した光を、距離を測定する対象物に入射させ、そこからの反射光を受光し、受光量に基づいて距離を求める。光ファイバ型変位計を用いる場合には、必ずしもダミーターゲット66を配置する必要はない。

【0032】

ダミーターゲット66を配置しない場合には、図2(A)に示した変位計55と65との間隔 $D_B + D_C$ が直接測定される。直接測定された変位計55と65との間隔を D_E とすると、間隔Gは、

【0033】

【数2】

$$G = D_A + D_D - D_E \quad \dots \quad (2)$$

と表される。

【0034】

以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【0035】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、電子ビームの進行に影響を与えるような磁場を発生することなく、2つの対象物の間隔を測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例によるギャップ調節装置を使用した電子ビーム近接露光装置の概略図である。

【図2】

本発明の実施例によるギャップ調節装置の概略図、及びマスクの正面図である

【符号の説明】

10 電子ビーム近接露光装置

12 電子銃

14 電子ビーム源

15 電子ビーム

16 静電レンズ

18 アーチャ

20 電子ビーム走査装置

22、24 主偏向器

26、28 副偏向器

30 ギャップ調節装置

31 マスク

32 枠

33 支持板

34 メンブレン

40 ウエハ

42 レジスト膜

50 XY駆動機構

51 ウエハステージ

52、62 Z軸駆動機構

53 ウエハチャック

55、65 静電容量型変位計

60 マスクチャック

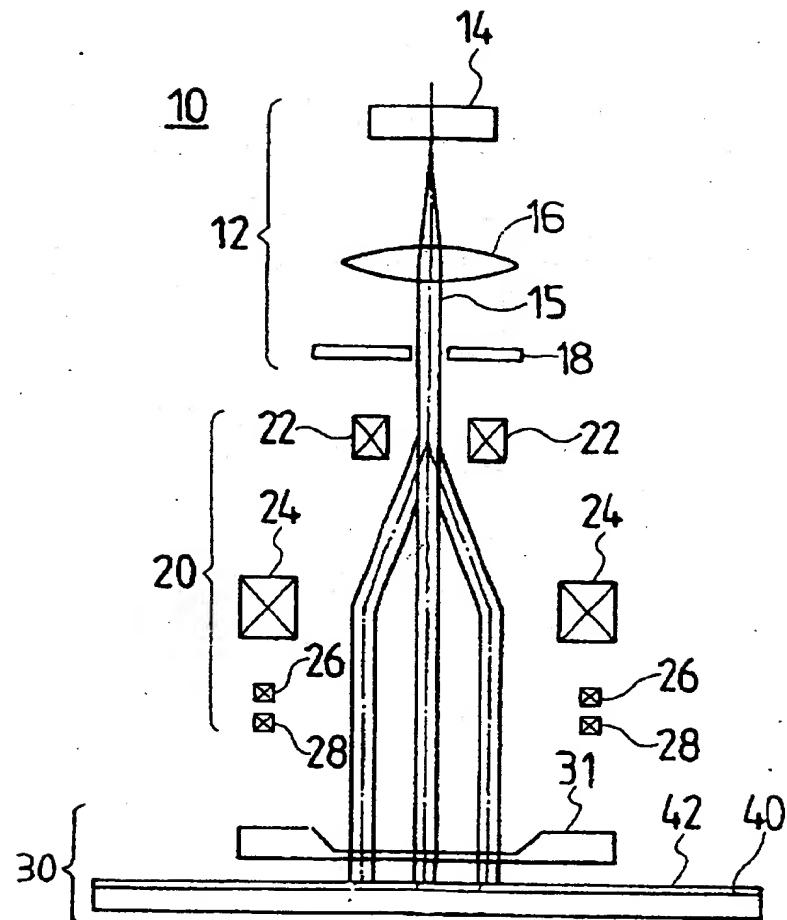
61 マスクステージ

66 ダミーターゲット

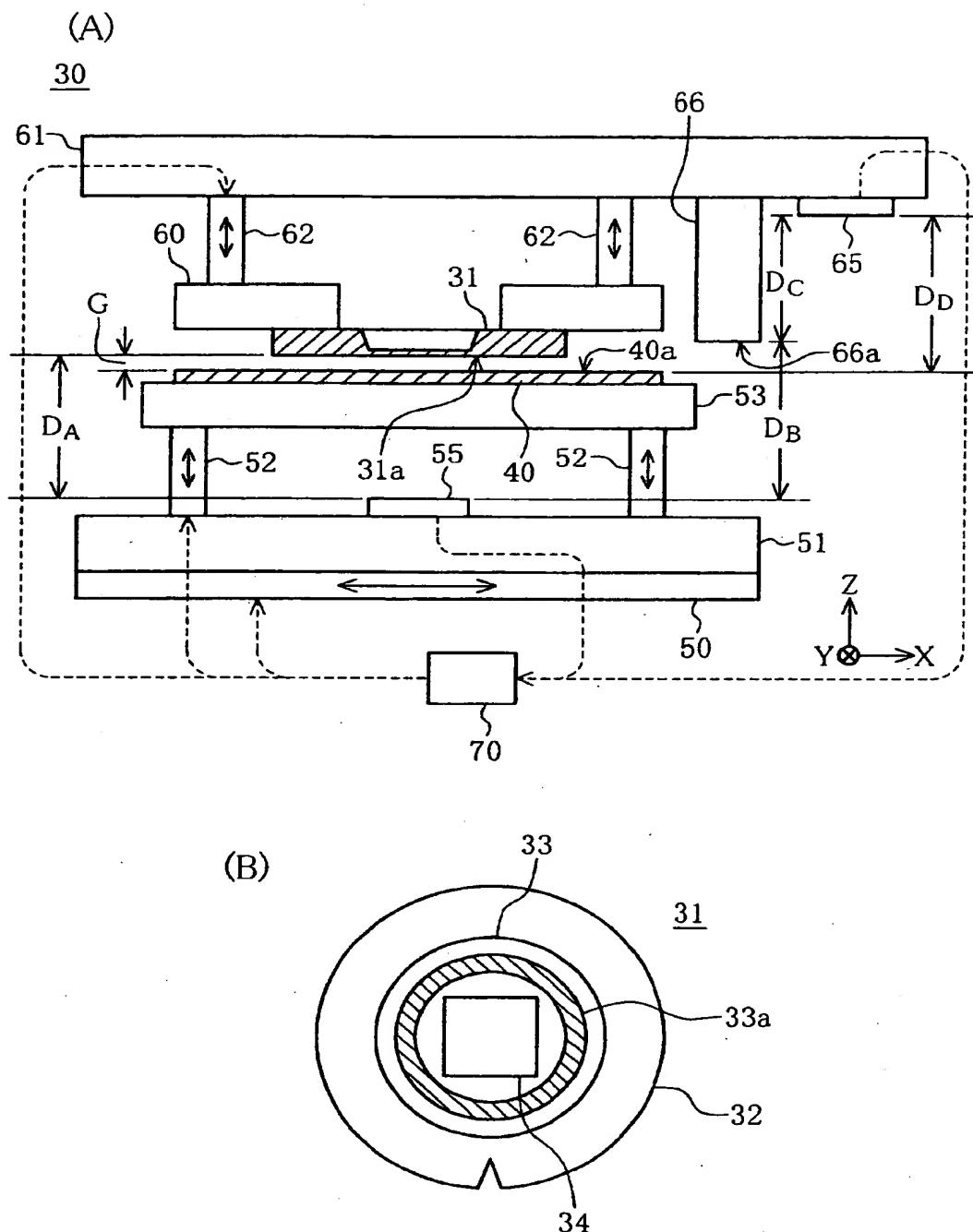
70 制御装置

【書類名】 図面

【図1】



【図2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型化及び低価格化を図ることが可能なギャップ調節装置を提供する。

【解決手段】 第1の保持手段が、第1の被測定面を有する第1の対象物を保持する。第2の保持手段が、第2の被測定面を有する第2の対象物を、第2の被測定面が第1の被測定面に対向するように保持する。第1の変位計が、第1の被測定面までの距離を測定する。ダミーターゲットが、第1の変位計に対して固定され、第2の被測定面と同一方向を向くダミー被測定面を有する。第2の変位計が、第2の被測定面及びダミー被測定面の各々までの距離を測定する。移動機構が、第1の被測定面と第2の被測定面との間隔が変化するように、第1の保持手段及び第2の保持手段の少なくとも一方を移動させる。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号 [000002107]

1. 変更年月日 1994年 8月10日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都品川区北品川五丁目9番11号

氏 名 住友重機械工業株式会社